

Дорожня карта розвитку АСКОЕ в Україні в рамках концепції Smart Grid

Коцар Олег Вікторович

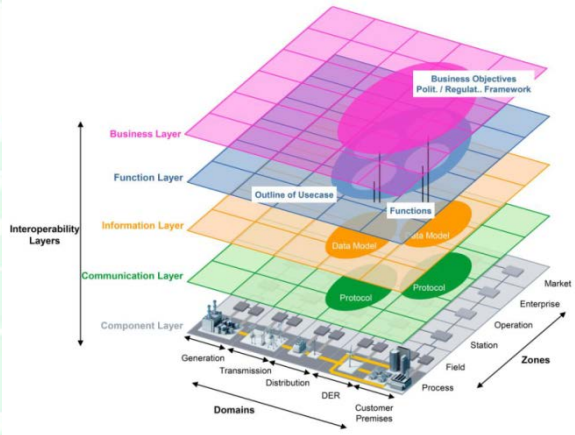
*канд.техн.наук, доцент кафедри електропостачання,
директор Центру підготовки енергоменеджерів,
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Smart Grid: 'long term' definition

Smart Grid – модернізована електрична мережа, яка дозволяє розв'язувати нагальні потреби сьогодення та забезпечує бачення майбутнього енергетики

Джерело: IEC TR 63097 Smart grid standardization roadmap (2017)

Автоматизована система контролю, обліку та управління енерговикористанням на базі КТС КИУС ЦТ 5000



Концепція побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку України

*Розроблена в 1997-2000 р.р.
під науковим керівництвом
докт.техн.наук, професора
А.В.Праховника*

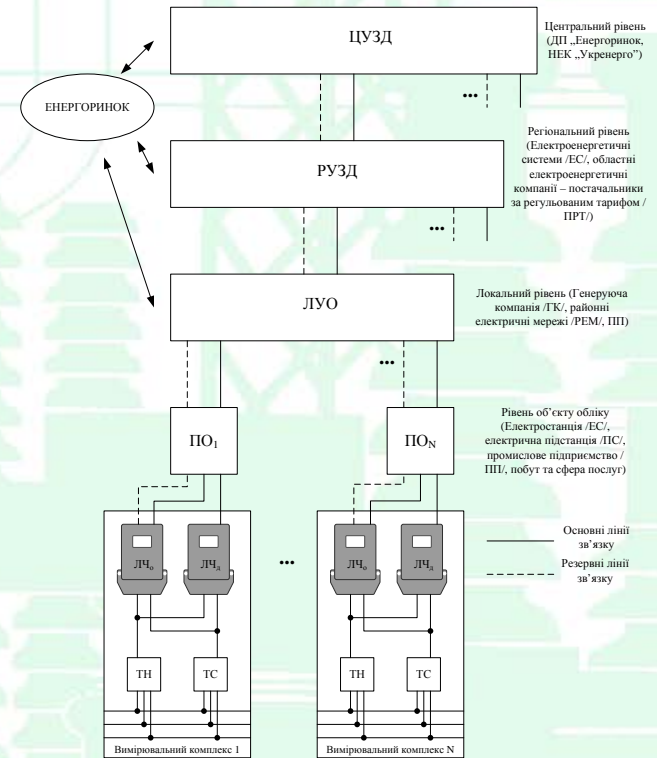


Рис.1. Основні принципи організації збору та обробки даних комерційного обліку в АСКОЕ в умовах енергоринку України

Energy efficiency in the electricity markets

The *Energy Efficiency Directive 2012/27/EU* explicitly urges EU national regulatory authorities to encourage demand-side resources, including *demand response*, “*to participate alongside supply in wholesale and retail markets*”, and also to provide *balancing and ancillary services* to network operators in a non-discriminatory manner (EC, 2012).

Директива про енергоефективність 2012/27/EU прямо вимагає від національних регуляторів ЄС заохочувати ресурси з боку попиту, зокрема *demand response*, “*брати участь разом із пропозицією на оптовому та роздрібному ринках*”, а також забезпечувати *послуги з балансування та допоміжні послуги* операторам мережі на недискримінаційних засадах (ЄК, 2012).

Access to objective and transparent data

A key aspect of supplying customers is ***access to objective and transparent consumption data***. Thus, consumers should have access to their consumption data and associated prices and services costs so that they can invite competitors to make an offer based on those data. Consumers should also have the right to be properly informed about their energy consumption. (EC, 2009)

Джерело: Directive 2009/72/EC

Ключовим аспектом постачання клієнтів є ***доступ до об'єктивних та прозорих даних про споживання***. Таким чином, споживачі повинні мати доступ до своїх даних про споживання та пов'язаних з ними цін і послуг, щоб вони могли запрошувати конкурентів робити пропозицію на основі цих даних. Споживачі також повинні мати право на належне інформування про їхнє енергоспоживання. (ЄК, 2009)

SMART-лічильник електричної енергії

Багатофункціональний електронний лічильник електричної енергії

Альтернативні назви:

- *Інтелектуальний лічильник електричної енергії*
- *Лічильник диференційованого обліку електричної енергії*
- *Інтервальний лічильник електричної енергії*



Smart Metering System: 'long term' definition

'smart metering system' means an electronic system that can measure energy consumption, adding more information than a conventional meter, and can transmit and receive data using a form of electronic communication

'система інтелектуального вимірювання' означає електронну систему, яка може вимірювати споживання енергії, додаючи більше інформації, ніж звичайний лічильник, і може передавати та отримувати дані засобами електронних комунікацій

Джерело: Commission Recommendation 2012/148/EU of 9 March 2012 on preparations for the roll-out of smart metering systems

Базові нормативні документи щодо побудови та застосування АСКОЕ в Україні

- Правила улаштування електроустановок
- Інструкція про порядок комерційного обліку електричної енергії
- Правила користування електричною енергією
- Кодекс комерційного обліку електричної енергії

Автоматизована система збору, обробки та обміну даними комерційного обліку в ОРЕ

- Інформаційно-обчислювальний комплекс (ІОК) Головного оператора системи комерційного обліку Оптового ринку електричної енергії України
- Уніфікований протокол передавання даних вимірювань (УППДВ)
- Уніфікована база даних (УБД) Головного оператора системи комерційного обліку Оптового ринку електричної енергії України
- Уніфікований реєстр даних (УРД) Головного оператора системи комерційного обліку Оптового ринку електричної енергії України

Автоматизована система збору, обробки та обміну даними комерційного обліку в ОРЕ

- Інструкція про порядок формування кодів якості (достовірності) даних комерційного обліку електроенергії

<i>Біт</i>	<i>Опис біту</i>
D0	Повнота даних: 0 – дані повні; 1 – дані неповні
D1	Спосіб одержання даних: 00 – автоматичне завантаження;
D2	01 – напівавтоматичне завантаження; 10 – завантаження вручну з можливістю заміни; 11 – завантаження вручну без можливості заміни
D3	Джерело даних: 0 – прилад обліку; 1 – база даних
D4	Дані оброблено (результат обчислення) поза приладом обліку
D5	Дані по групі обліку (агреговані дані)
D6	Завжди = 0
D7	Завжди = 0

Формування національної нормативної бази щодо побудови та застосування АСКОЕ

- Концепція побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку України (1997-2000)
- Загальні технічні вимоги до автоматизованої системи комерційного обліку Оптового ринку електричної енергії України. Стандарт ОРЕ (2006)
- Концепція інформаційно-обчислювального комплексу Головного оператора системи комерційного обліку Оптового ринку електроенергії України (2011)

Формування національної нормативної бази щодо побудови та застосування АСКОЕ в ОРЕ

- ❑ Загальні технічні вимоги до автоматизованої системи комерційного обліку оптового ринку електричної енергії України. Ч.1. Система збору, обробки та обміну даними комерційного обліку електричної енергії в Оптовому ринку (2003)
- ❑ Загальні технічні вимоги до автоматизованої системи комерційного обліку оптового ринку електричної енергії України. Ч.2. Система точного часу та підсистема забезпечення синхронності вимірювань Автоматизованої системи комерційного обліку Оптового ринку електричної енергії України(2004)

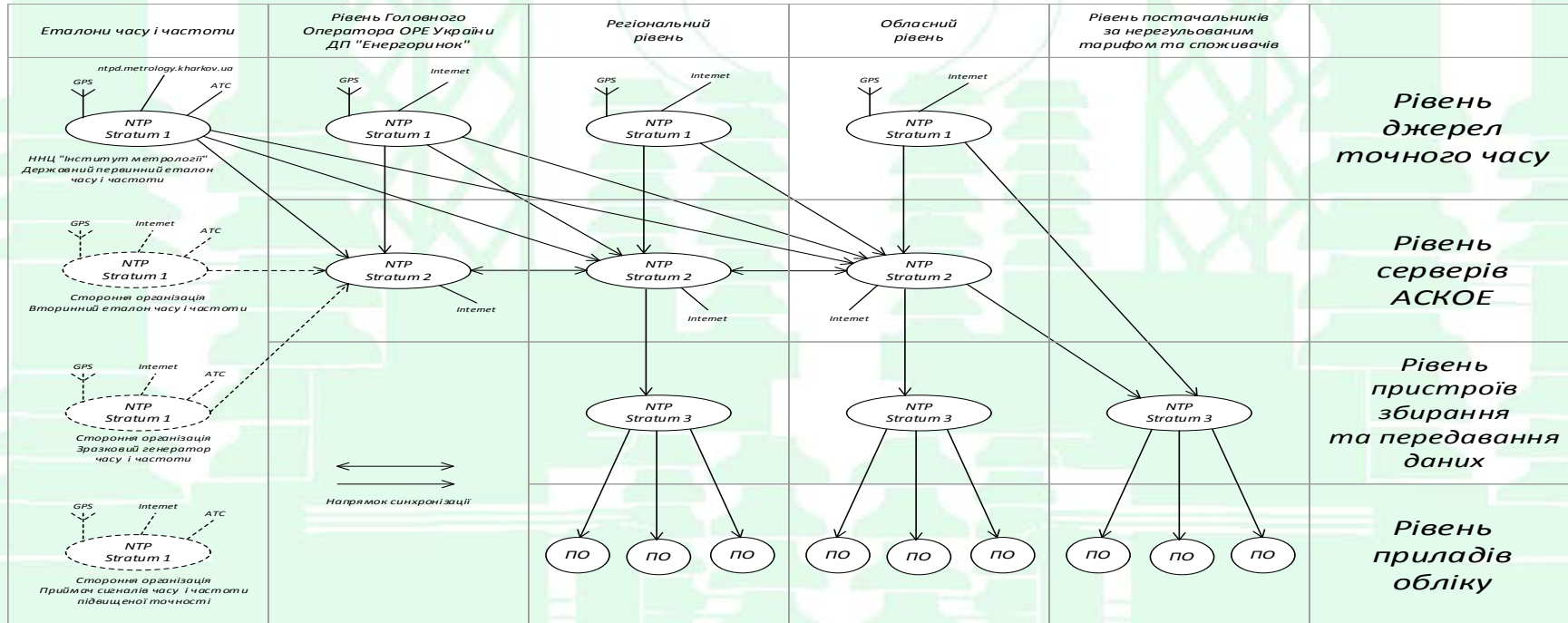
Наслідки розсинхронізації часу під час диференційованого обліку електроенергії

- Виникнення похибки формування інтервалів часу під час диференційованого обліку електроенергії
- Виникнення похибки прив'язки ШЧ інтегрованих годинників приладів обліку, що входять до складу АСКОЕ, до НШЧ UTC(UA) під час диференційованого обліку електроенергії
- Виникнення похибки (помилки) визначення диференційованої вартості електроенергії під час комерційних розрахунків

Допустима похибка прив'язки ШЧ ПКО до НШЧ UTC(UA) в АСКОЕ ОРЕ України

Номер рівня системи обліку	Потужність на і-му рівні системи обліку, МВА	Допустима похибка вимірювань на і-му рівні системи обліку, %	Границі допустимої похибки прив'язки ШЧ приладів комерційного обліку (ПКО) до НШКЧ на і-му рівні системи обліку, с
1	$S \geq 1000$	0,3	$\pm 1,8$
2	$300 \leq S < 1000$	0,4	$\pm 2,4$
3	$100 \leq S < 300$	0,7	$\pm 4,2$
4	$50 \leq S < 100$	1,2	$\pm 7,2$
5	$10 \leq S < 50$	1,8	$\pm 10,8$
6	$3 \leq S < 10$	2,5	$\pm 15,0$
7	$0,75 \leq S < 3$	4,6	$\pm 27,6$
8	$S < 0,75$	7,3	$\pm 43,8$

Функціональна схема СТЧіСВ ОРЕ України



Функціональна схема СТЧіСВ ОРЕ України

АІС “Використання даних, отриманих від АСКОЕ суб’єктів ОРЕ України”

- АІС ВДКО призначено для уточнення погодинних даних сальдо перетікань електричної енергії на межі балансової належності електричних мереж виробника, постачальника за регульованим тарифом та Державного підприємства «Національна енергетична компанія «Укренерго»
- Метою створення АІС ВДКО є автоматизація процесу підготовки даних комерційного обліку, зокрема, їхньої верифікації, відновлення, уточнення та валідації, для проведення розрахунків за електричну енергію

Розвиток національної нормативної бази щодо побудови та застосування АСКОЕ в ОРЕ

- Вимоги до порядку збору, оброблення та обміну даними комерційного обліку електроенергії в ОРЕ України (2012)
- Інструкція про порядок формування кодів якості даних комерційного обліку в АСКОЕ ОРЕ України (2012)
- Порядок контролю достовірності даних комерційного обліку в АСКОЕ ОРЕ (2013)
- Правила формування ідентифікаторів в ринку електроенергії України на базі використання системи ідентифікації EIC ENTSO-E та порядок надання та ведення ідентифікаторів суб'єктів та об'єктів ринку електроенергії (2013)
- Експлуатація та технічне обслуговування АСКОЕ суб'єктів ринку електричної енергії (2013)
- Порядок проведення приймальних випробувань суб'єктів ринку електричної енергії. Типова програма приймальних випробувань (2013)

Фактори неефективності АСКОЕ в Україні

- Різні нормативні вимоги до побудови АСКОЕ на оптовому та роздрібному ринках електричної енергії України*
- Відсутність єдиних технічних і нормативних вимог щодо розгортання АСКОЕ побутових споживачів*
- Як наслідок, недостатня сумісність АСКОЕ на комунікаційному, інформаційному, функціональному і бізнес-рівнях*

Джерело: Коцар О.В. (2018) Дорожня карта розвитку АСКОЕ в Україні в рамках концепції Smart Grid

Фактори неефективності АСКОЕ в Україні

- ❑ *Відсутність системи точного часу в ОРЕ України та недосконалість підсистем забезпечення синхронності вимірювань в АСКОЕ суб'єктів ринку*
- ❑ *Недосконалість або відсутність в АСКОЕ суб'єктів ринку підсистем верифікації та валідації даних комерційного обліку*

Джерело: Коцар О.В. (2018) Дорожня карта розвитку АСКОЕ в Україні в рамках концепції Smart Grid

Фактори неефективності АСКОЕ в Україні

- Не готовність АСКОЕ, що впроваджуються, до застосування з метою формування інформаційного забезпечення завдань керування попитом (режимами електроспоживання) в реальному часі*
- Відсутність стимулів для споживачів електричної енергії щодо забезпечення надійного функціонування АСКОЕ*

Джерело: Коцар О.В. (2018) Дорожня карта розвитку АСКОЕ в Україні в рамках концепції Smart Grid

Compatibility levels as defined in IEC TC 65/290/DC

- ❑ **Incompatibility (несумісність)** – нездатність різних пристроїв функціонувати в одному середовищі.
- ❑ **Coexistence (співіснування)** – це здатність пристроїв різних виробників функціонувати в одному середовищі і, можливо, взаємодіяти між собою, не заважаючи при цьому іншим пристроям.
- ❑ **Interconnectability (сумісність на рівні комунікацій)** – здатність пристроїв різних виробників взаємодіяти з використанням одних й тих самих комунікаційних протоколів та інтерфейсів.
- ❑ **Interworkability (інтерактивність)** – це здатність пристроїв різних виробників, що мають одні і ті ж самі інтерфейс зв'язку і типи даних, підтримувати обмін параметрами між собою.
- ❑ **Interoperability (спроможність до взаємодії)** – це здатність пристроїв різних виробників функціонувати в єдиному розподіленому середовищі та відновлювати обмін даними в разі замінення будь якого з пристроїв, можливо, з відмінними динамічними відгуками.
- ❑ **Interchangeability (взаємозамінність)** – це здатність пристроїв різних виробників в повному обсязі відновлювати обмін даними в разі замінення будь якого з пристроїв.

Джерело: IEC TC 65/290/DC (2002), Device Profile Guideline, TC65: Industrial Process Measurement and Control

Smart Grid Architecture Model: Communication level

Основні стандарти комунікацій в ЄС для *smart metering*:

- ❑ **Power Line Communication (PLC)**, зокрема, **IEC 61334 (S-FSK)**, **PRIME**, **G3-PLC**, **Meters and More**, та перспективні: **OSGP**, **CX1**
- ❑ **Wi-SUN** – основний стандарт радіозв'язку (**RF**).

Wi-SUN Alliance забезпечує бездротове з'єднання мереж **Field Area Network (FAN)**, зокрема, для **AMI** та **Automation Distribution**, а також для **Home Energy Management**. Специфікація **FAN** спрямована на об'єднання *smart*-лічильників та технологій *smart*-міст у хмарні сервіси.

- ❑ **GSM/GPRS** – технології мобільного зв'язку від **2G** до **5G**

Інші інтерфейси та протоколи:

- ❑ **Meter-Bus – EN 13757** – визначає архітектуру **Master (1) – Slave** (до 250)
- ❑ **IEC 61850** – визначає комунікаційні протоколи для інтелектуальних електронних пристроїв на електричних підстанціях

Джерело: *Integrated Smart GRID Cross-Functional Solutions for Optimized Synergetic Energy Distribution, Utilization & Storage*

Smart Grid Architecture Model: Information level

Згідно з висновками *European Smart Grids Task Force Expert Group 1 – Standards and Interoperability* заінтересовані сторони ЄС надають перевагу таким специфічним інформаційним моделям:

- ❑ *DLMS/COSEM (IEC-62056)* – специфікація *Device Language Message Specification / Companion Specification for Energy Metering*.
- ❑ *CIM (IEC-61968, -61970, -62325)* – відкритий стандарт створення загальної моделі з метою опису компонент в енергосистемах для використання в *Application Programming Interface (API) Energy Management System (EMS)*.

Джерело: *Integrated Smart GRID Cross-Functional Solutions for Optimized Synergetic Energy Distribution, Utilization & Storage*

Smart Grid Architecture Model: Function level

Сторона	Код вимоги	Функціональність
Клієнт	A	Надання показів (smart meter) безпосередньо клієнтові і будь-якій третій стороні, яку призначено споживачем
	B	Оновлення показів відповідно до пункту (A) достатньо часто, щоб цю інформацію можна було б використати для заощадження енергії
Оператор обліку	C	Забезпечення дистанційного зчитування лічильників оператором
	D	Забезпечення двостороннього зв'язку між Smart Metering System і зовнішніми комп'ютерними мережами
	E	Забезпечення зчитування показів достатньо часто з метою мережевого планування
Комерційні аспекти енергопостачання	F	Підтримка розширених систем тарифів
	G	Дозволяти дистанційне управління ввімкненням/ вимкненням постачання та/або потоку або обмеження потужності
Безпека та захист даних	H	Забезпечення безпечного передавання даних
	I	Попередження та виявлення шахрайства
Розосереджена генерація	J	Забезпечення обліку імпорту/експорту активної та реактивної енергії

Джерело: Commission Recommendation 2012/148/EU of 9 March 2012 on preparations for the roll-out of smart metering systems

SGAM: Business layer (Consumer benefits)

Розробка політики для конкретних споживачів

Система моніторингу, своєчасний збір даних та розуміння моделей електроспоживання робить прогнозування попиту простим та прозорим кроком у процесах управління енергією.

Сталий розвиток

Сучасні технології дозволяють забезпечити надійне та ефективне постачання електричної енергії.

Поведінка споживачів

Прогнозування на основі споживчої поведінки. Точна і постійна доступність даних призводить до екологічно чистої поведінки споживачів.

Джерело: Integrated Smart GRID Cross-Functional Solutions for Optimized Synergetic Energy Distribution, Utilization & Storage

Дорожня карта розвитку АСКОЕ в Україні

- **Розвиток нормативної бази і стандартизація технічних рішень з метою забезпечення сумісності АСКОЕ в лібералізованому ринку електричної енергії України**
 - Першочергово, проведення досліджень з метою відбору найбільш придатних для застосування в Україні стандартів і практик впровадження PLC-технологій та їхньої адаптації до місцевих умов, а також розроблення і просування власних PLC-стандартів, які б найбільш повно задовольняли б потребам українських електроенергетиків та споживачів

Джерело: Коцар О.В. (2018) Дорожня карта розвитку АСКОЕ в Україні в рамках концепції Smart Grid

Дорожня карта розвитку АСКОЕ в Україні

- **Повна формалізація та автоматизація процедури формування даних комерційного обліку на всіх рівнях розподіленої АСКОЕ лібералізованого ринку електричної енергії України**
 - Має передбачати в цілком автоматичному режимі: вимірювання та облік електричної енергії, оброблення результатів вимірювань та визначення параметрів обліку, формування та підтримку цілісності БД АСКОЕ, їхній захист, безпечне передавання та дистанційне зчитування даних обліку, їхню візуалізацію, документування тощо. В разі відмови АСКОЕ ППКО не повинні приймати рішення щодо власне значень даних комерційного обліку, а лише послідовно вибирати методи їхнього формування відповідно до попередньо узгоджених (затверджених) альтернатив

Джерело: Коцар О.В. (2018) Дорожня карта розвитку АСКОЕ в Україні в рамках концепції Smart Grid

Дорожня карта розвитку АСКОЕ в Україні

- *Забезпечення недискримінаційного дистанційного оперативного (своєчасного) автоматизованого доступу всіх заінтересованих сторін до даних комерційного обліку, а також до первинних даних обліку та інших даних, необхідних для верифікації даних комерційного обліку, зокрема, в прямий спосіб, відповідно до регламентів лібералізованого ринку електричної енергії України*

Джерело: Коцар О.В. (2018) Дорожня карта розвитку АСКОЕ в Україні в рамках концепції Smart Grid

Дорожня карта розвитку АСКОЕ в Україні

- *Забезпечення надійної прив'язки ШЧ засобів диференційованого обліку електроенергії до НШЧ*
 - Створення системи точного часу ринку електричної енергії України
 - Створення в рамках АСКОЕ гравців ринку підсистем забезпечення синхронності вимірювань
 - Забезпечення контролю похибки прив'язки ШЧ засобів диференційованого обліку електроенергії до НШЧ

Джерело: Коцар О.В. (2018) Дорожня карта розвитку АСКОЕ в Україні в рамках концепції Smart Grid

Дорожня карта розвитку АСКОЕ в Україні

□ *Побудова комплексної системи захисту та безпеки засобів і даних комерційного обліку на всіх рівнях розподіленої АСКОЕ лібералізованого ринку електричної енергії України*

- Дані обліку повинні формуватися разом із позначками часу, яким вони відповідають, та кодами їхньої якості (достовірності), що дозволить приймати рішення щодо застосування даних комерційного обліку під час проведення розрахунків за електричну енергію та управління попитом
- Невід'ємною умовою забезпечення точності, повноти, цілісності, достовірності та актуальності даних комерційного обліку є запобігання руйнівним впливам під час їхнього вимірювання, обчислення, формування, передавання, зберігання, відтворення та застосування

Джерело: Коцар О.В. (2018) Дорожня карта розвитку АСКОЕ в Україні в рамках концепції Smart Grid

Дорожня карта розвитку АСКОЕ в Україні

□ *Запровадження обов'язкової для всіх гравців ринку формалізованої і строго регламентованої процедури незалежної багаторівневої верифікації і валідації даних обліку, зокрема, на основі первинних даних обліку на всіх етапах їхнього вимірювання, обчислення, формування, передавання, зберігання, відтворення та застосування*

- Головною умовою є забезпечення можливості визначення результуючих даних обліку, зокрема комерційного, на підставі первинних даних обліку шляхом відповідного послідовного застосування на кожній стадії обробки належним чином визначених, узгоджених, формалізованих і, за необхідністю, затверджених у встановлений спосіб процедур

Джерело: Коцар О.В. (2018) Дорожня карта розвитку АСКОЕ в Україні в рамках концепції Smart Grid

Дорожня карта розвитку АСКОЕ в Україні

В основу концепції комплексного забезпечення точності, повноти, цілісності достовірності та актуальності даних комерційного обліку має бути покладено принцип **простежуваності** результатів обліку на всіх етапах їхнього формування (зокрема, вимірювання, оброблення, обчислення, зберігання, передавання, агрегування, відображення, документування тощо). Реалізація принципу простежуваності результатів обліку базується на таких засадах:

- створення в рамках АСКОЕ комплексної системи захисту і безпеки даних обліку на кожному етапі формування та забезпечення їхньої цілісності;
- забезпечення оперативного (своєчасного) дистанційного автоматизованого доступу заінтересованих сторін до даних обліку на всіх етапах їхнього формування відповідно до регламентів ринку електричної енергії;
- забезпечення можливості виконання надійної верифікації та валідації даних обліку, зокрема, прямими методами, на кожному етапі їхнього формування.

Джерело: Коцар О.В. (2018) Дорожня карта розвитку АСКОЕ в Україні в рамках концепції Smart Grid

Висновки

Враховуючи тенденції щодо інтегрування ОЕС України до ENTSO-E доцільною є імплементація передових загальноєвропейських підходів, процедур, Smart Grid-технологій та стандартизованих технічних рішень під час побудови та застосування АСКОЕ в лібералізованому ринку електричної енергії України. При цьому варто зберігати ефективні національні напрацювання, зважаючи на особливості функціонування та взаємодії суб'єктів електроенергетики України. АСКОЕ мають стати повномасштабним дієвим інструментом взаємодії учасників ринку, спрямованої на підвищення ефективності енерговикористання та мінімізації шкідливого впливу на довкілля

Джерело: Коцар О.В. (2018) Дорожня карта розвитку АСКОЕ в Україні в рамках концепції Smart Grid

Дякую за увагу!

КОЦАР

Олег Вікторович

канд.техн.наук, доцент

Тел.: +380 67 370 53 61

Факс: +380 67 231 35 18

o.kotsar@kpi.ua

kovpers@ukr.net

**Національний технічний університет
України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»**

**Інститут енергозбереження та
енергоменеджменту**

<http://ep.kpi.ua>

<http://io.iee.kpi.ua>

<http://tsem.iee.kpi.ua>